Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 1, Apr. May. 2021, p. 93- 106

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۴۰۰ ص.۱۰۶-۹۳

مقاله علمی- پژوهشی

بررسی تاثیر افزودن کدو سبز (*Cucurbita pepo*) بر ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی و حسی ماست همزده طی نگهداری

مرضیه سلامی[۱]- معصومه مهربان سنگ آتش[۲*]- احمد احتیاطی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۱

چکیده

ماست از محصولات لبنی است که اثرات سلامت بخشی مانند کنترل مشکلات گوارشی، تحریک سیستم ایمنی و افزایش طول عمر دارد. فیبرها با جذب آب، باعث افزایش حجم غذا و تسهیل دفع می‌شوند. همچنین با افزایش مصرف فیبر، خطر بیماری‌های قلبی و عروقی، چاقی مفرط، دیابت و سرطان روده بزرگ کاهش می‌یابد. کدوسبز از سبزیجاتی است که ویژگی‌هایی مفید مانند اثر بر سطح قند و چربی خون دارد. در این تحقیق اثر افزودن کدوسبز به‌صورت پودر و گرانول در سطح‌های ۰/۷، ۱/۴ و ۲ درصد به ماست همزده بر ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی شامل pH، اسیدیته، آب‌اندازی، سفتی بافت، رنگ و ویژگی‌های حسی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین اثر زمان نگهداری، طی ۱، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز بر این ویژگی‌ها ارزیابی گردید. نتایج، بیانگر اثر معنی‌دار نوع، درصد کدوسبز و مدت زمان نگهداری بر pH، اسیدیته و سفتی بافت بود ($P<0.05$). طی زمان، اسیدیته، افزایش و pH کاهش یافت. در هیچ یک از تیمارها در طول زمان، آب‌اندازی مشاهده نشد. سفتی بافت نمونه‌های حاوی پودر کدوسبز بیشتر از نمونه‌های حاوی گرانول بود و طی زمان، سفتی بافت افزایش یافت. از روز اول تا روز پنجم، سفتی بافت افزایش یافت و طی روز پنجم به دهم کاهش سفتی مشاهده شد و نهایتا تا روز پانزدهم سفتی بافت افزایش یافت. اثر نوع، سطح افزودن و اثر متقابل این متغیرها روی تغییرات شاخص‌های L^* و a^* و b^* رنگ معنی‌دار بود ($P<0.05$). با افزایش درصد کدو شاخص L^* ابتدا روند افزایشی و سپس کاهشی داشت و شاخص‌های a^* و b^* ابتدا روند کاهشی و سپس افزایشی داشتند. روشنی و سبزی رنگ نمونه‌های حاوی گرانول بیشتر از نمونه‌های حاوی پودر بود. مقدار شاخص a^* تقریباً در نمونه‌های حاوی گرانول بیشتر از نمونه‌های حاوی پودر بود در حالی که مقدار شاخص b^* در نمونه‌های حاوی پودر بیشتر بود. ویژگی‌های حسی نمونه‌ها (رنگ، طعم، رایحه، قوام، احساس دهانی و پذیرش کلی) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر زمان افزایش یافت ($P<0.05$). ارزیاب‌ها تفاوتی در نوع و درصد کدوسبز قائل نشدند و بیشترین امتیاز شاخص‌های حسی در روز پانزدهم بود و نمونه مطلوب ازنظر ارزیاب‌ها، ماست حاوی ۱/۴ درصد گرانول کدوسبز بود.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، بافت، ویژگی‌های حسی، کدو سبز، ماست.

مقدمه

کدوسبز با نام علمی *Cucurbita pepo*، ازجمله محصولات کشاورزی با ارزش دارویی است. ویژگی‌های مفید متعددی برای کدوسبز بیان شده که شامل کمک به درمان پروستات خوش‌خیم و جذام است (Dhiman *et al*., 2012). کدوسبز از تجمع کلسترول در دیواره رگ‌های خونی، جلوگیری می‌کند. هم‌چنین ویتامین‌های A و E آن، در ترکیب با اسیدهای چرب چندغیراشباعی جذب آنتی‌اکسیدان‌های محلول در چربی را تقویت نموده و کمک شایانی به بازسازی مؤثر سلول‌های مغزی می‌کند (Grubben, 2000). مصرف فیبرها در رژیم غذایی توصیه شده است. فیبرها، در پیشگیری از ابتلا به بیماری‌های قلبی با کم کردن از میزان جذب چربی‌ها مؤثر هستند. همچنین با کاهش جذب رادیکال‌های آزاد در پیشگیری از سرطان می‌توانند مؤثر باشند و از سوی دیگر به دلیل نداشتن کالری یا داشتن کالری بسیار ناچیز، باعث افزایش کالری مضاعف و چاقی نمی‌شوند (Sendra *et al*., 2010).

غنی‌سازی فراورده‌های صنعتی با کدوسبز، یک راهکار برای افزایش سرانه مصرف این سبزی است. Różyło و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقات خود به بررسی نان گندم غنی‌شده با کدوسبز پرداختند و عنوان کردند که کدوسبز تأثیر زیادی در بهبود ویژگی‌های نان‌های رژیمی خواهد داشت. مطالعات متعددی نیز در جهت افزودن فیبر در محصولات لبنی به‌منظور افزایش ویژگی‌های بهبود سلامتی آن‌ها انجام شده است. در این راستا، افزودن منابع گیاهی که حاوی مقادیر

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، موسسه آموزش عالی جهاد دانشگاهی کاشمر، کاشمر، ایران.
۲- استادیار، گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: mehraban@acecr.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v16i5.83221

قابل توجهی فیبر هستند (سبوس برنج، فیبر گندم و اینولین) به محصولات لبنیات انجام شده است (Mousavi *et al.*, 2019).

در سال‌های اخیر، دانش مصرف‌کنندگان در مورد مواد غذایی و فواید سلامتی مرتبط با آن‌ها افزایش یافته است و نیاز به تولید مواد غذایی با فواید سلامتی‌بخشی وجود دارد. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده‌اند که مصرف غذاهای تخمیر شده با کاهش خطرات دیابت نوع ۲، سندرم متابولیک و بیماری‌های قلبی همراه با بهبود مدیریت وزن همراه است (Fernandez *et al.*, 2017). ماست یکی از پرطرفدارترین محصولات لبنی است که در اثر تخمیر لاکتیکی شیر توسط باکتری‌های لاکتیک اسید گرمادوست شکل می‌گیرد. این محصول اثرات سلامت بخش متعددی مانند اثر ضدسرطانی، کاهش کلسترول خون، ضدحساسیت، بهبود زیست دسترسی کلسیم و سایر مواد مغذی، کنترل عفونت‌های گوارشی، تحریک سیستم ایمنی و افزایش طول عمر دارد (Ladjevardi *et al.*, 2015). از جهت دیگر، با افزایش دریافت فیبرها، خطر بیماری‌های قلبی و عروقی، چاقی مفرط، دیابت و سرطان روده بزرگ نیز کاهش می‌یابد. مقدار فیبر مورد نیاز برای زنان و مردان به‌ترتیب ۳۸ و ۲۵ گرم در روز توصیه شده است (Zomorodi, 2012). این موضوع توجه به اهمیت فیبر، در فراورده‌های غذایی پرمصرف مانند ماست را افزایش می‌دهد.

افزودن میوه‌ها و سبزی‌ها باعث تغییر در ویژگی‌های ماست می‌شود. تحقیقات Yıldız و Özcan (۲۰۱۶) در مورد افزودن پوره‌های گیاهی کدوسبز، کدو تنبل، هویج و نخود سبز به ماست وHayaty Nejad و همکاران (۲۰۱۴) در مورد افزودن سطوح مختلف عصاره اسفناج و کیوی نشان داد که طی مدت نگهداری pH کاهش یافت در حالی‌که نتایج Asadi و Karami (۲۰۱۷) در مورد افزودن سطوح مختلف سیر به ماست طی مدت نگهداری افزایش pH را نشان داد و به‌نظر می‌رسد، نحوه اثر گذاری سبزی بر فعالیت های میکروبی نمونه ویژگی‌های میوه و سبزی به ماست بر تغییرات pH طی نگهداری موثر است. نتایج Yıldız و Özcan (۲۰۱۶) و HayatyNejad و همکاران (۲۰۱۴) در مورد ماست حاوی میوه‌ها و سبزی‌ها، نشان‌دهنده افزایش اسیدیته ماست طی مدت نگهداری است. ویژگی‌های بافتی از دیگر ویژگی‌های ماست است که تحت تأثیر افزودنی‌ها قرار می‌گیرد. در گزارش‌های Mousavi و همکاران (۲۰۱۹) در مورد ماست غنی‌شده با بذر کتان، افزایش در سفتی بافت گزارش شد. درحالی‌که برخی مطالعات نشان داده‌اند که افزودن ترکیب‌های عملگر به ماست منجر به کاهش سفتی بافت می‌شود. محققان گزارش کردند که افزودن ژل آلوئه‌ورا و عصاره‌های گیاهی ازجمله زیتون، پیاز، مرکبات و سیر به ماست باعث کاهش سفتی یا استحکام ماست می‌شوند (Mousavi *et al.*, 2019). آب‌اندازی یک ویژگی نامطلوب است که گاهی بر اثر افزودن برخی افزودنی‌ها به ماست، طی دوره نگهداری به‌وجود می‌آید. Yousef و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که افزودن پوره یا عصاره میوه‌ها برای تولید ماست، الزاماً منجر به افزایش میزان آب‌اندازی نمی‌شود، که این نتیجه در ماست تولید شده با پوره موز به‌دست آمد. بنابراین می‌توان گفت که هرچه ترکیبات افزودنی، هماهنگی بیش‌تری با شبکه ماست داشته باشند و آب بیش‌تری را در خود محصور کنند، می‌توانند باعث کاهش میزان آب‌اندازی ماست شوند. محققان در ماست حـاوی فیبـر کاهش آب‌اندازی را گزارش کردند (Karami and Asadi, 2017). محمدی الستی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی ماست حاوی اسفناج و جلبک *Spirulinaplatensis* کاهش میزان آب‌اندازی را با افزایش غلظت اسفناج گزارش کردند. همچنین توحیدزاده و همکاران (۱۳۹۲) نیز در مورد افزودن فیبر هویج به ماست میوه‌ای زردآلو، طی دوره نگهداری کاهش میزان آب اندازی ماست را مشاهده کردند. در مطالعه Hayaty Nejad و همکاران (۲۰۱۴) در مورد ماست حاوی اسفناج و کیوی، افزایش آب‌اندازی اعلام شد. ویژگی‌های حسی نیز به‌شدت تحت تأثیر نوع، غلظت افزودنی به ماست و زمان نگهداری است. در تحقیق Mousavi و همکاران (۲۰۱۹) در مورد ماست حاوی بذر کتان، کاهش ویژگی‌های حسی، نسبت به نمونه شاهد اعلام شد. درحالی‌که در نتایج Asadi و Karami (۲۰۱۷) در مورد افزودن آویشن اشعه دیده و اتوکلاو شده به دو صورت پودر و پرک به ماست گزارش شد که افزایش زمان نگهداری، منجر به تغییر معنی‌داری در ویژگی پذیرش کلی نمونه‌ها گردید و با افزایش زمان نگهداری، پذیرش کلی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت.

هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر افزودن سطوح مختلف انواع کدوسبز خشک (پودر و گرانول) بر ماست و همچنین بررسی اثر زمان نگهداری بر ویژگی‌های شیمیایی، بافتی و حسی ماست همزده است.

مواد و روش‌ها

مواد اولیه جهت تولید ماست همزده حاوی کدوسبز، شامل شیر (ماده خشک بدون چربی ۸/۴ درصد، اسیدیته ۱۴/۴ درجه دورنیک و چربی ۲/۸ درصد) از شرکت تولیدی گرینه (نیشابور، ایران)، شیرخشک بدون چربی و پودر آب‌پنیر با ماده خشک ۹۷ درصد از شرکت نصر دالیا (مشهد، ایران)، پایدارکننده از شرکت Lactoprot (آلمان)، آغازگر حاوی سویه‌های *لاکتوباسیلوس بولگاریکوس* و *استرپتوکوکوس ترموفیلوس* به فرم DVS (Chr-Hanse، دانمارک) و کدوسبز تازه بدون آسیب‌دیدگی ظاهری و علائم فساد از فروشگاه محلی و سایر مواد شیمیایی از شرکت Merck (آلمان) تهیه شد.

آماده‌سازی کدوسبز خشک

پس از شستشو و جدا کردن ضایعات، برش‌هایی به ضخامت ۵ میلی‌متر تهیه شد و سپس در خشک‌کن هوای داغ (ساینا، ایران) در

دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت تا رطوبت ۱۰ درصد، خشک شدند. نمونه‌های خشک، در کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شده و در یخچال نگهداری شدند. نمونه خشک‌شده با آسیاب خانگی (Moulinex, Franc) پودر شده و سپس از الک با مش ۹۰–۸۰ عبور داده شدند. پودر کدو درون کیسه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شده و در یخچال نگهداری گردید (Guiné *et al*., 2011). برای تولید گرانول، ابتدا کدوسبز تازه، رنده شده و سپس در خشک‌کن هوای داغ خشک گردید. درصد رطوبت گرانول و پودر کدو با دستگاه رطوبت‌سنج دیجیتالی (And, Mx50, Japan) اندازه‌گیری شدند.

تولید ماست هم‌زده

با توجه به ماده خشک پودر و گرانول و درصد کدوسبز و ماده خشک بدون چربی شیر، (۰/۵ تا ۲) درصد (وزنی/ وزنی) شیر خشک بدون چربی، ۱ درصد (وزنی/ وزنی) پودر آب‌پنیر بدون چربی و ۰/۲ درصد (وزنی/ وزنی) پایدارکننده، در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به شیر افزوده شد و همگن گردید تا ماده خشک شیر با افزودن چربی به حدود ۱۵ درصد رسید. شیر فرموله شده، در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه در پاستوریزاتور صفحه‌ای (شرق صنعت، ایران) پاستوریزه و تا دمای ۴۳ درجه سانتی‌گراد سرد و آغازگر در غلظت ۲/۵ درصد تلقیح شد. نمونه‌ها تا رسیدن به اسیدیته ۹۰ درجه دورنیک گرمخانه‌گذاری گردید. انواع کدوسبز آماده‌شده به نسبت ۰/۷، ۱/۴ و ۲ درصد به مخازن ماست اضافه شده و در تانک همزن همگن شدند و در نهایت در لیوان‌های ۱۰۰ گرمی توسط دستگاه پرکن ماست تک‌نفره پر شده و سپس درب‌بندی انجام شد. نمونه‌ها به مدت ۱۵ روز در سردخانه در دمای ۴ تا ۶ درجه سانتی‌گراد، نگهداری شدند (محمدی الستی و همکاران، ۱۳۹۵). این فرآیند در پایلوت شرکت صنایع غذایی گرینه انجام گردید.

pH

pH نمونه‌های ماست مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۵۲ با استفاده از pHمتر دیجیتالی (827, Metrohm, Swiss) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری اسیدیته با روش تیتراسیون با استفاده از سود یک‌نهم نرمال انجام شد. درنهایت اسیدیته برحسب اسید لاکتیک از ضرب مقدار میلی‌لیتر سود یک‌نهم در ۱۰ (در واحد دورنیک) محاسبه شد (Katsiari *et al*., 2002).

آب‌اندازی

۱۵ میلی‌لیتر از نمونه در لوله فالکون قرار داده شده و وزن شد. سپس در g × ۲۰۰ برای ۲۰ دقیقه در دستگاه سانتریفوژ (Sigma, Germany) سانتریفوژ شد. فاز مایع، جدا شده و باقیمانده، مجدداً وزن گردید. درصد آب‌اندازی از نسبت وزن رسوب باقیمانده بر وزن اولیه محاسبه شد (Ramirez-Santiago *et al*., 2010).

ویژگی‌های بافتی

ویژگی‌های بافتی نمونه‌های ماست، با استفاده از دستگاه آنالیزبافت، طبق روش اکستروژن برگشتی، با استفاده از دستگاه بافت‌سنج (TA-Plus, AMETEK Lloyd, USA) مجهز به لودسل ۵۰ نیوتن و پروب استوانه‌ای با قطر ۵۰ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. نفوذ پروب با سرعت ۱ میلی‌متر بر ثانیه به درون نمونه‌ها به میزان ۴۰ درصد ارتفاع نمونه و با نیروی حد آستانه ۰/۱ نیوتن تنظیم گردید. آزمون بافت برای هر نمونه در ۳ تکرار انجام پذیرفت. شاخص سفتی (نیوتن) توسط نرم‌افزار دستگاه تعیین شد (امیری عقدایی و همکاران، ۱۳۸۹).

رنگ

اندازه‌گیری رنگ ماست به روش پردازش تصویر انجام گردید. نمونه ماست، درون جعبه تصویربرداری با پوشش دیواره مشکی با کمترین انعکاس نور، با استفاده از دوربین دیجیتال (NIKON D3100, NICON, Japan) تصویربرداری شد و در قالب JPEG ذخیره شد. پس از برش تصویر، با استفاده از پلاگین تبدیل فضای رنگی، فضای رنگی تصویر از RGB به LAB تبدیل شد و درنهایت متوسط مقادیر در هر یک از کانال‌های L^*، a^* و b^* محاسبه شد. فرایند پردازش تصویر و استخراج داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار ImageJ انجام شد (احتیاطی و همکاران، ۱۳۸۷).

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی با ۱۳ ارزیاب آموزش دیده با استفاده از روش هدونیک ۱۰ امتیازی انجام شد. نمونه‌ها ازنظر ویژگی‌های ارگانولپیتکی (رنگ، طعم، رایحه، قوام، احساس دهانی و پذیرش کلی) در دمای ۵–۴ درجه سانتی‌گراد و در روزهای اول، پنجم، دهم و پانزدهم نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفتند (ید ملت و همکاران ۱۳۹۶).

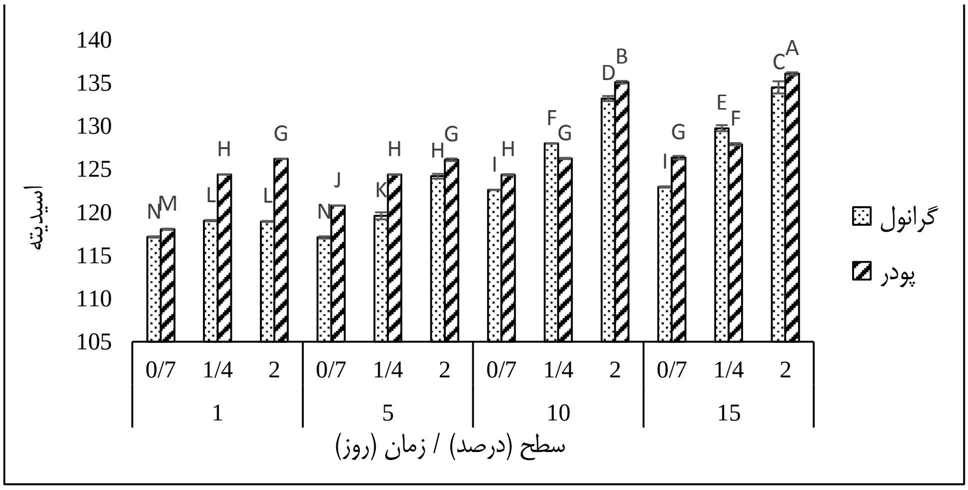
تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آزمایش‌ها در قالب فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی و حداقل در سه تکرار انجام گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل نوع افزودن کدوسبز در دو سطح (پودر و گرانول)، درصد افزودن کدوسبز در سه سطح (۰/۷، ۱/۱۴ و ۲) درصد و مدت زمان نگهداری در چهار سطح (۱، ۵، ۱۰ و ۱۵روز) بود. تجزیه واریانس نتایج و مقایسه میانگین با آزمون LSD با استفاده از نرم‌افزار MiniTab نسخه ۱۷ انجام شد. نمودارها با نرم‌افزار Excel ترسیم گردید.

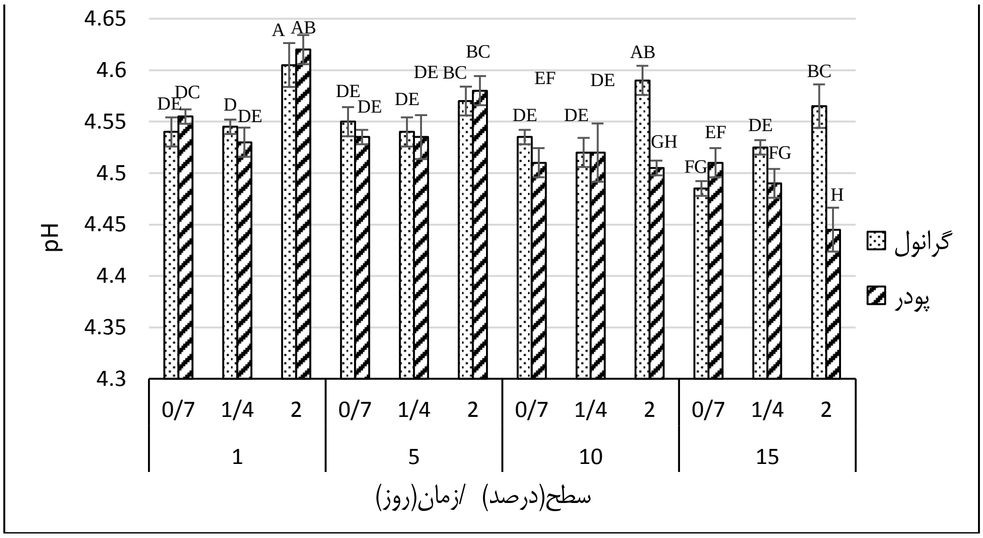
نتایج و بحث

pH و اسیدیته

آنالیز واریانس داده‌ها (جدو ۱g) نشان می‌دهد که اثر نوع، سطح افزودن کدو، مدت زمان نگهداری و اثر متقابل این متغیرها روی تغییرات اسیدیته و PH معنی‌دار بود ($p<0.05$). شکل ۱ تاثیر نوع و سطوح مختلف تیمار را بر اسیدیته طی مدت زمان نگهداری نشان می‌دهد. کمترین اسیدیته مربوط به نمونه ماست حاوی ۰/۷ درصد گرانول کدوسبز در روز اول و بیشترین اسیدیته مربوط به نمونه ماست حاوی ۲ درصد پودر کدو در بیشترین زمان نگهداری بود. شکل ۲ تأثیر نوع و سطوح مختلف تیمار را بر pH طی مدت‌زمان نگهداری نشان می‌دهد. بیشترین pH مربوط به نمونه ماست حاوی ۲ درصد پودر کدوسبز در روز اول نگهداری و کمترین pH مربوط به نمونه ماست حاوی ۲ درصد پودر کدوسبز در روز پانزدهم نگهداری بود.



شکل ۱- تغییرات اسیدیته ماست حاوی کدو طی دوره نگهداری



شکل ۲-تغییرات pH ماست حاوی کدو طی دوره نگهداری

تحقیقات نشان داده‌اند که سبزی‌ها که حاوی ترکیب های قندی، پروتئین‌ها و فیبرها هستند، روی رشد باکتری‌های آغازگر تأثیر می‌گذارند (Kailasapathy *et al*., 2008). همچنین کدوسبز دارای خاصیت قلیایی است و با توجه به کوچک‌تر بودن ذرات پودر کدوسبز نسبت به گرانول که منجر به سطح تماس بیشتر پودر کدوسبز با ماست نسبت به گرانول می‌شود، انتشار ترکیب های بیشتر بوده و تأثیر خاصیت قلیایی کدوسبز بر خنثی‌سازی اسید ماست در نمونه پودر کدوسبز بیشتر است و این امر موجب افزایش pH این نمونه ماست گردیده است. با افزایش زمان، اسیدیته افزایش و pH کاهش پیدا کرد که عامل آن، فعالیت متابولیکی باکتری‌های اسیدلاکتیک ماست است. آغازگرها با مصرف قند و تولید اسیدهای آلی باعث افزایش اسیدیته و کاهش pH می‌شوند (Karami and Asadi, 2017). شیب افزایش

اسیدیته در طول زمان نسبت به شیب کاهش pH در طول زمان بیشتر است که می‌تواند به دلیل وجود WPC در فرمولاسیون ماست باشد که باعث افزایش میزان پروتئین‌های شیر شده و به دلیل تأثیر آن‌ها بر ظرفیت بافری کل مخلوط، ظرفیت بافری را افزایش داده است و به دلیل تأثیر مطلوب پروتئین‌های سرمی روی رشد میکروارگانیسم‌های آغازگر، اسیدیته افزایش پیدا کرد، ولی به دلیل افزایش ظرفیت بافری محیط، شیب کاهش pH کم است (Karami and Asadi, 2017). نتایج تحقیق حاضر در مورد کاهش pH با تحقیقات Asadi و Karami (۲۰۱۷) در مورد افزودن آویشن به ماست طی مدت زمان نگهداری و Yıldız و Özcan (۲۰۱۶) در مورد افزودن پوره‌های گیاهی (کدوسبز، کدوتنبل، هویج، نخودسبز) به ماست، همسو است. Safari و همکاران (۲۰۱۷) در ماست حاوی سیر و El-Batawy وFarahat (۲۰۱۳) نیز در ماست همزده حاوی پوره میوه‌های پاپایا، آناناس، کیوی و کاکی، کاهش pH را طی مدت زمان نگهداری، گزارش کردند.

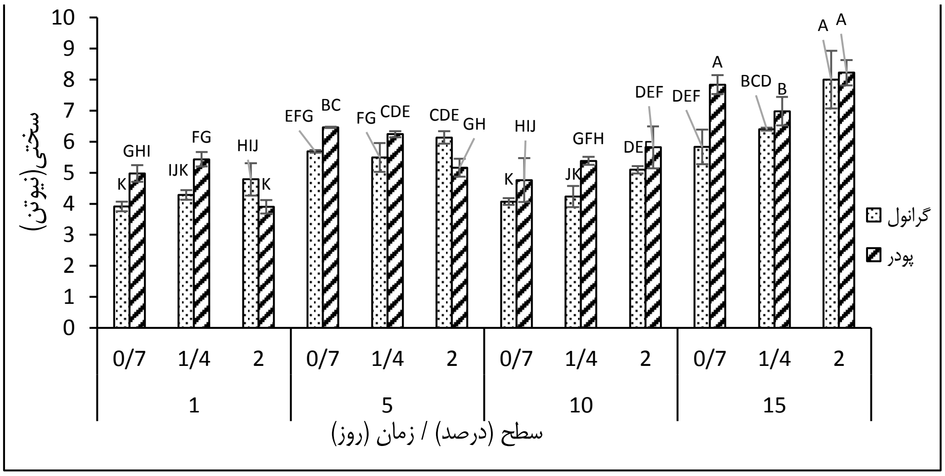
آب‌اندازی

نتایج نشان داد که در هیچ‌یک از تیمارها، طی نگهداری، آب‌اندازی مشاهده نشد و درصد آب‌اندازی صفر بود که به دلیل وجود هیدروکلوییدها در ماست می‌باشد. هیدروکلوئیدها به علت داشتن وزن مولکولی زیاد و داشتن گروه‌های هیدروکسیل فراوان، قادرند پیوندهای هیدروژنی متعددی با موکول‌های آب ایجاد نمایند (Schmidt and Smith, 1992). مطالعهMishra و Kumar (۲۰۰۴) نشان می‌دهد که آب‌اندازی، رابطه معکوسی با غلظت پایدارکننده افزوده شده دارد. همچنین، حضورWPC در فرمولاسیون ماست، باعث به‌وجود آمدن شبکه منظم و به‌هم فشرده با حفرات کمتر و ریزتر در ماست می‌شود (Aziznia *et al*., 2008). ماست‌هایی که ساختار متراکم‌تر دارند، ظرفیت نگهداری آب بالاتری دارند (Aziznia *et al*., 2008). همچنین حضور فیبر در کدوسبز نیز باعث افزایش جذب آب و کاهش آب‌اندازی می‌شود. Yousef و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند که افزودن پوره یا عصاره میوه‌ها برای تولید ماست الزاماً منجر به افزایش میزان آب‌اندازی نمی‌شود، که این نتیجه در ماست تولیدشده با پوره موز به‌دست آمد. همچنین محققان در گزارشات خود کاهش آب‌اندازی در ماست حاوی فیبر را اعلام کردند (Karami and Asadi, 2017). به‌طور کلی، افزودن پودر کدوسبز، تاثیری منفی بر پایداری ماست همزده نداشت.

سفتی بافت

آنالیز واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر نوع، سطح افزودن کدو، مدت زمان نگهداری و اثر متقابل این متغیرها روی تغییرات سفتی بافت معنی‌دار بود ($p<0.05$). شکل ۳ تأثیر نوع و سطوح مختلف تیمار بر سفتی بافت را طی مدت زمان نگهداری نشان می‌دهد. کمترین سفتی بافت، مربوط نمونه ماست حاوی ۰/۷ درصد گرانول کدوسبز در روز اول نگهداری و بیشترین سفتی بافت، مربوط به نمونه ماست حاوی ۲ درصد پودر کدوسبز در روز پانزدهم نگهداری است. سفتی بافت نمونه‌های حاوی پودر کدوسبز بیشتر از نمونه‌های حاوی گرانول کدوسبز بود. این مسئله نشان می‌دهد با کوچک‌تر شدن ذرات، سفتی بافت افزایش یافت. این نتایج با نتایج Sendra و همکاران (۲۰۱۰) که ادعا کردند با جذب آب توسط فیبر مرکبات با ذرات درشت در ماست می‌توان ساختار ژل را تقویت کرد، مطابقت ندارد. علت را می‌توان در متفاوت بودن نوع فیبر ازنظر ساختمانی دانست. وقتی اندازه ذرات فیبر کوچک‌تر باشد در مقدار معین از فیبر، کل تعداد ذرات فیبر بیشتر است و نتیجتاً، اثرات تخریبی آن نیز بیشتر خواهد بود. اما فیبر کدوسبز دارای ساختمان همگن بوده و با کوچک‌تر شدن اندازه ذرات آن، جذب آب بیشتر شده و سفتی بافت نیز بیشتر می‌شود. باگذشت زمان، سفتی بافت از روز اول نگهداری تا روز پنجم افزایش یافت که احتمالا به مکانیسم برهمکنش هیدروکلوئیدها و پروتئین‌های شیر متاثر از pH محیط، مربوط می‌باشد زیرا هیدروکلوئیدها، باعث ژله‌ای شدن محیط می‌گردند و به دلیل خاصیت هیدروفیلیک بالا با آب تعامل قوی برقرار کرده و با حبس آب آزاد موجود در ساختار مواد غذایی موجب بهبود بافت می‌شوند (ید ملت و همکاران ۱۳۹۶). از طرف دیگر وجود شیرخشک بدون چربی و WPC موجود در فرمولاسیون با افزایش میزان اتصالات عرضی در شبکه ژلی ماست، موجب تشکیل شبکه سه‌بعدی و ساختار ژلی مستحکم‌تر می‌شود که افزایش سفتی بافت ماست را به دنبال دارد (امیری عقدایی و همکاران، ۱۳۸۹). سفتی بافت از روز پنجم تا دهم سیر نزولی داشته و مجدداً تا روز پانزدهم سیر صعودی داشته است. در توضیح این پدیده می‌توان گفت که نقش دیگر هیدروکلوییدها دلیل کاهش سفتی بافت از روز پنجم تا دهم نگهداری در نمونه‌های ماست می‌باشد. پلی‌ساکاریدهای تشکیل‌دهنده هیدروکلوئیدها بین پروتئین‌های کازئین (میسل‌های‌کازئین) قرار گرفته و موجب ایجاد تداخل در تشکیل شبکه سه‌بعدی پروتئین شده که درنهایت ساختار میکروسکوپی درشت‌تر و بازتری ایجاد می‌نماید و درنتیجه باعث کاهش سفتی بافت می‌شود (امیری عقدایی و همکاران، ۱۳۸۹). از طرف دیگر کاهش سفتی بافت می‌تواند به دلیل افزایش pH باشد. ازآنجاکه pH بر جاذبه و پیوندهای بین مولکول‌ها اثر می‌گذارد، لذا ویژگی‌های بافتی ژل را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد و درنهایت با گذشت زمان، سفتی بافت نمونه‌ها بیشتر شده به‌طوری‌که بالاترین سفتی بافت، در نمونه‌های مربوط به روز پانزدهم نگهداری بود که این افزایش سفتی بافت در طول دوره نگهداری به دلیل ایجاد تغییرات در آرایش و اتصالات پروتئین‌ها با یکدیگر و افزایش ماده

خشک است. در گزارش‌های Yıldız و Özcan (۲۰۱۶) در رابطه با تولید ماست با انواع پوره‌های گیاهی، بالاترین سفتی بافت در ماست با پوره هویج و کمترین سفتی بافت در نمونه‌های با کدوسبز عنوان شد که نشان می‌دهد که نوع میوه و سبزی مورداستفاده، در استحکام بافت ماست تأثیر می‌گذارد. Mousavi و همکاران (۲۰۱۹) افزایش سفتی بافت ماست حاوی بذر کتان را با افزایش مقدار فیبر گزارش کردند. Safari و همکاران (۲۰۱۷) در تحقیقات خود گزارش کردند که در ماست حاوی سیر، با افزایش درصد پودر سیر در ماست، سفتی بافت افزایش پیدا نکرد. گروه تحقیقاتی Behnia و همکاران (۲۰۱۴) نیز، افزایش میزان سفتی بافت ماست کم‌چرب حاوی صمغ دانه شاهی را طی دوره نگهداری گزارش کردند.



شکل ۳- تغییرات سفتی بافت ماست حاوی کدو طی دوره نگهداری

جدول ۱- آنالیز واریانس ماست حاوی کدو سبز (ویژگی‌های شیمیایی و بافتی)

منبع		pH	اسیدیته		سفتی بافت
	درجه آزادی	مجموع مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات
A	۱	۰/۰۰۵***	۶۹/۸۴۲***	۱	۵/۸۳۶***
B	۲	۰/۰۰۵***	۲۶۴/۵۸۳***	۲	۱/۱۴۱***
C	۳	۰/۰۰۷***	۲۳۷/۸۰۱***	۳	۲۱/۷۱۸***
A*B	۲	۰/۰۰۴***	۲/۳۲۷***	۲	۲/۸۱۰***
A*C	۳	۰/۰۰۳***	۱۰/۴۹۱***	۳	۰/۴۹۶*
B*C	۶	۰/۰۰۱*	۱۱/۷۰۸***	۶	۱/۳۸۱۳***
A*B*C	۶	۰/۰۰۳***	۷/۲۷۴***	۶	۰/۵۵۶***
خطا	۲۴	۰/۰۰۱	۰/۰۴۸	۴۲	۰/۱۴۳
کل	۴۷			۶۵	

A: نوع کدو سبز؛ B: درصد کدو سبز؛ C: زمان نگهداری؛ *: $P<0.05$؛ **: $P<0.01$؛ ***: $P<0.001$

رنگ

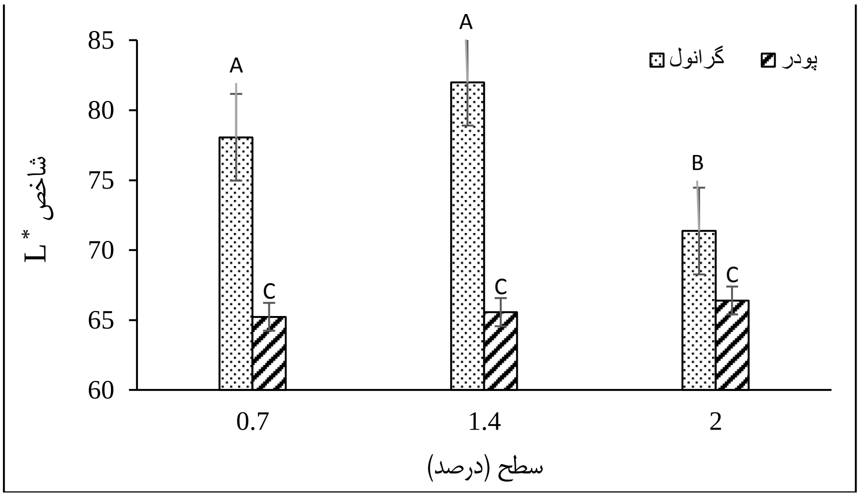
آنالیز واریانس داده‌ها (جدول۲) نشان می‌دهد که اثر نوع، سطح افزودن کدو و اثر متقابل این متغیرها روی تغییرات شاخص L^* و a^* و b^* رنگ معنی‌دار بود ($p<0.05$). شکل ۴ تغییرات شاخص L^* رنگ ماست حاوی کدو را نشان می‌دهد. بیشترین شاخص L^* رنگ، مربوط به نمونه ماست حاوی ۱/۴ درصد گرانول کدوسبز و کمترین شاخص L^* رنگ، مربوط به نمونه ماست حاوی ۰/۷ درصد پودر کدوسبز بود. میزان شاخص L^* که نشان‌دهنده میزان روشنی رنگ است در نمونه‌های حاوی گرانول کدوسبز بیشتر از نمونه‌های حاوی پودر کدوسبز بود. به‌عبارتی‌دیگر پودر کدوسبز باعث تیره‌تر شدن رنگ نمونه‌ها گردید. علت را می‌توان کوچک‌تر بودن ذرات پودر نسبت به گرانول دانست که باعث می‌شود تعداد ذرات پودر کدوسبز در واحد حجم بیشتر از تعداد گرانول کدوسبز در واحد حجم باشد و موجب تیره‌تر شدن نمونه‌های حاوی پودر کدوسبز شود. با افزایش درصد کدوسبز، شاخص L^* تا سطح ۱/۴ درصد کدو افزایش و سپس تا سطح ۲ درصد سیر نزولی داشت. علت کاهش شاخص L^* از سطح

۱/۴ تا سطح ۲ درصد کدوسبز، افزایش نسبت کدو در ماست است که باعث تیره‌تر شدن محصول می‌شود، ولی این‌که باوجود افزایش مقدار کدو در ماست از سطح ۰/۷ تا ۱/۴ درصد، شاخص L^* افزایش یافته است ممکن است به دلیل توزیع بیشتر ذرات و کمتر شدن، این ذرات در سطح و همچنین آبگیری اولیه ذرات باشد. انعکاس نور از سطح محصول، به عوامل مختلفی به‌ویژه حضور آب در سطح و تخلخل سطحی وابسته است. میوه‌ها و گیاهانی که به ماست اضافه می‌شود تأثیر زیادی بر ویژگی‌های رنگ ماست دارند. شکل ۵ تغییرات شاخص a^* رنگ ماست حاوی کدو را نشان می‌دهد. مقدار مطلق شاخص a^*، تقریباً در نمونه‌های حاوی گرانول کدوسبز بیشتر از نمونه‌های حاوی پودر کدوسبز است. ازآنجاکه منفی بودن a^*، تمایل به رنگ سبز را نشان می‌دهد، بنابراین سبزی رنگ نمونه‌های حاوی گرانول کدوسبز بیشتر است. شکل ۶ تغییرات شاخص b^* رنگ ماست حاوی کدو را نشان می‌دهد. ازآنجاکه مقادیر مثبت b^*، معادل رنـگ زرد و مقـادیر منفـی ایـن کمیت، معـادل رنـگ آبـی اسـت. مثبت بودن شاخص b^*، نشانه زرد بودن رنگ نمونه‌ها است. مقدار مطلق شاخص b^* در نمونه‌های حاوی پودر بیشتر است که احتمالاً به نشت بیشتر رنگ‌دانه زرد این سبزی در بافت ماست و همچنین توزیع گسترده‌تر آن، در بافت نمونه است.گزارش‌های Gurlin و Ayar (۲۰۱۴) در مورد افزودن میوه‌های هویج سیاه، گیلاس، بلوبری و توت‌فرنگی به ماست نشان داد که میزان شاخص L^* در تمامی نمونه‌ها بالا بود و در تمامی تیمارها روشنایی محصول حفظ شد و نمونه حاوی هویج سیاه کمترین شاخص L^* و نمونه حاوی گیلاس بیشترین شاخص L^* را داشت. Mousavi و همکاران (۲۰۱۹) محققان در مورد ماست حاوی بذر کتان و در نمونه ماست حاوی فیبر پرتقال، کاهش میزان L^* و افزایش a^* و b^* را گزارش کردند (Mousavi *et al.*, 2019) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. در مطالعات محققان در ماست حـاوی فیبـر سـیب و گندم، کاهش میزان روشنایی اعلام شد (فرقانی و همکاران، ۱۳۹۶).

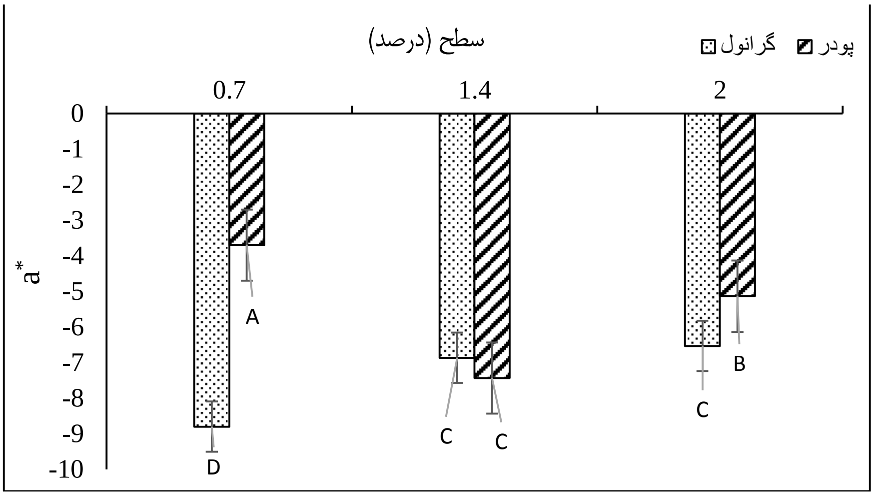
جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس ویژگی‌های رنگی ماست حاوی کدو سبز

شاخص b^*	شاخص a^*	شاخص L^*		
مجموع مربعات	مجموع مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منبع
۱۴۳۴/۶۹ ***	۱۷/۶۰۲۲ ***	۵۸۵/۹۶۱ ***	۱	A
۸۲/۱۹ ***	۲/۷۱۷۲ *	۳۶/۲۱۶ *	۲	B
۶۰/۷۷ ***	۱۲/۴۱۷۲ ***	۵۱/۵۸۲ **	۲	A*B
۱/۶۸	۰/۴۰۵۶	۶/۵۹۱	۱۲	خطا
–	–	–	۱۷	کل

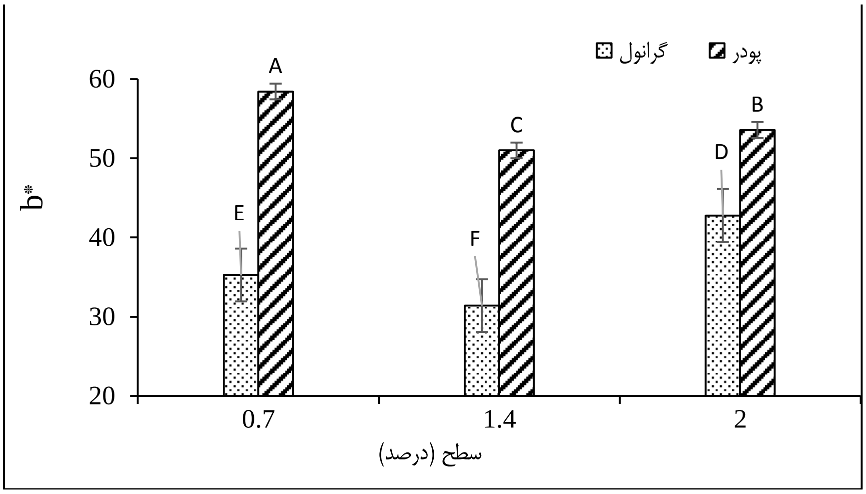
A: نوع کدو سبز؛ B: درصد کدو سبز؛ *: $P<0.05$؛ **: $P<0.01$؛ ***: $P<0.001$



شکل ٤- تغییرات L^* رنگ ماست حاوی کدو



شکل ۵- تغییرات a^* رنگ ماست حاوی کدو



شکل ٦- تغییرات b^* رنگ ماست حاوی کدو

ارزیابی حسی

آنالیز واریانس داده‌ها (جدول۳) نشان می‌دهد که اثر نوع تیمار و سطوح مختلف تیمار روی تغییرات ویژگی‌های حسی معنی‌دار نبود. بااین‌حال اثر زمان روی تغییرات ویژگی‌های حسی معنی‌دار بود. بیشترین امتیاز رنگ، مربوط به نمونه ماست حاوی ۰/۷ درصد پودر کدوسبز در روز پانزدهم بود. شکل ۷ نشان می‌دهد که با افزایش زمان، امتیاز رنگ، طی مدت نگهداری افزایش یافت. این مسئله احتمالاً به آبگیری بیشتر ذرات، توزیع گسترده‌تر و احتمالاً انتشار رنگ و یکنواختی ظاهر محصول مرتبط می‌باشد. Godarzi و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی در مورد بهینه‌سازی نوشیدنی تخمیری ماست میوه‌ای (توت‌فرنگی) گزارش کردند که با افزایش درصد میوه، امتیاز رنگ افزایش یافت و ارزیاب‌ها نمونه‌های تیره‌تر را بیشتر پسندیدند؛ اما در این پژوهش، ارزیاب‌ها تفاوتی در امتیاز رنگ با افزایش درصد سبزی قائل نشدند. Safari و همکاران (۲۰۱۷) نیز در بررسی ویژگی‌های حسی ماست همزده حاوی سیر اختلاف آماری قابل‌توجه ازنظر مطلوبیت رنگ، هم‌زمان با افزایش سیر گزارش نکردند.

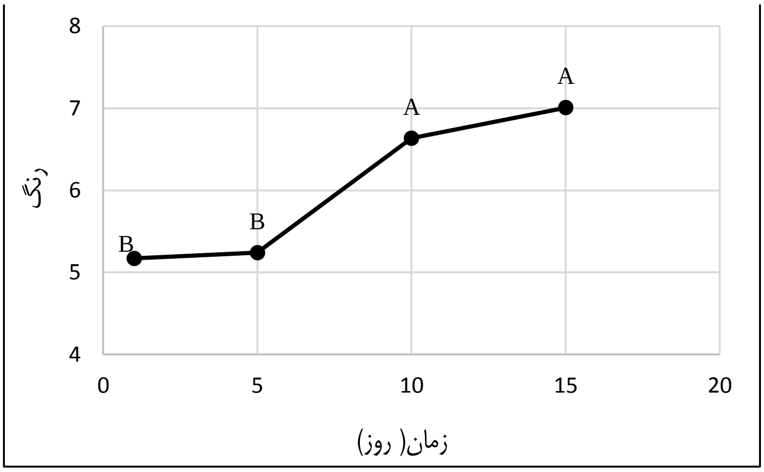
با افزایش زمان، امتیاز طعم از روز اول تا روز دهم افزایش و سپس تا روز پانزدهم نگهداری اندکی کاهش یافت که معنی‌دار نبود (شکل ۸). که ممکن است این کاهش اندک امتیاز طعم به دلیل افزایش اسیدیته، باشد که از حد مطلوبیت خارج‌شده است. بیشترین امتیاز طعم، مربوط به نمونه ماست حاوی ۲ درصد پودر کدوسبز در روز پایانی نگهداری بود. نتایج محمدی الستی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی ماست حاوی اسفناج و جلبک *Spirulina platensis* نشان داده‌که با افزایش غلظت اسفناج و همچنین افزایش زمان نگهداری اختلاف معنی‌داری ازنظر پذیرش طعم بین نمونه‌های مختلف مشاهده نشد. Shakerian و همکاران (۲۰۱۲) اثر افزودن اسانس *Kelussia odoratissma* را به ماست را بر ویژگی‌های حسی به مدت ۳۰ روز بررسی کردند. این محققان بیان کردند که اختلاف امتیاز طعم تیمارها

نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار نبود. استفاده از مربا، کارامل، فیبر و کازئینات به‌طور معنی‌داری موجب بهبود طعم ماست همزده می‌شوند (Karami and Asadi, 2017).

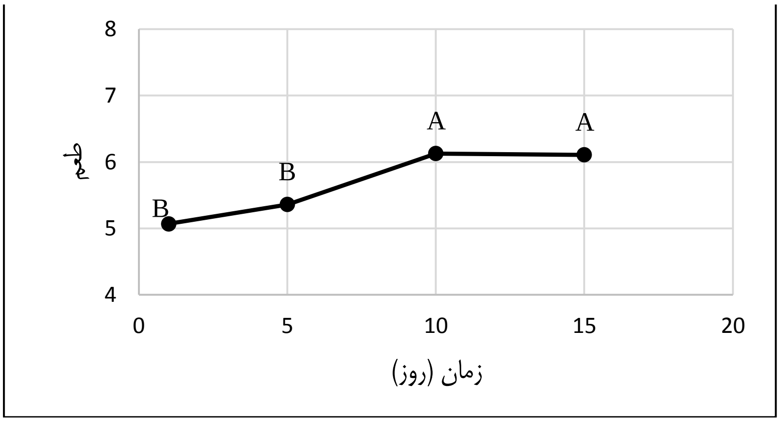
جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس ماست حاوی کدو سبز (شاخص‌های حسی)

		رنگ	طعم	رایحه	قوام	احساس دهانی	پذیرش کلی
منبع	**درجه آزادی**	**مجموع مربعات**	**مجموع مربعات**	**مجموع مربعات**	**مجموع مربعات**	**مجموع مربعات**	**مجموع مربعات**
A	۱	۷/۲۱۷	۰/۰۰۲	۱۰/۶۷۸	۰/۰۶۹	۰/۰۳۱	۹/۹۲۸
B	۲	۰/۷۰۹	۰/۰۰۹	۰/۸۰۶	۰/۴۸۰	۳/۴۴۴	۰/۱۸۱
C	۳	۶۸/۷۴۲ *	۲۲/۰۰۵ *	۱۷/۱۴۹ *	۲۰/۵۳۳ *	۱۹/۹۱۴*	۱۲/۷۸۹ *
A*B	۲	۲/۵۹۱	۶/۷۹۱	۱/۱۶۲	۲/۰۸۱	۵/۰۳۵	۳/۵۵۲
A*C	۳	۲/۶۴۸	۰/۷۳۱	۰/۶۵۹	۰/۹۰۸	۱/۳۱۶	۱/۱۷۴
B*C	۶	۵/۵۶۳	۳/۱۵۹	۱/۳۵۰	۰/۶۸۷	۱/۳۷۱	۰/۹۴۱
A*B*C	۶	۱/۱۳۹	۰/۴۷۷	۰/۵۸۱	۰/۹۹۴	۰/۱۰۴	۰/۷۲۵
خطا	۲۸۸	۴/۱۰۴	۴/۷۱۲	۴/۳۴۴	۱/۸۰۲	۴/۵۰۹	۴/۰۷۶۳
کل	۳۱۱	۳۱۱	۳۱۱	۳۱۱	۳۱۱	۳۱۱	۳۱۱

A: نوع کدو سبز؛ B: درصد کدو سبز؛ C: زمان؛ *: $p<0.001$

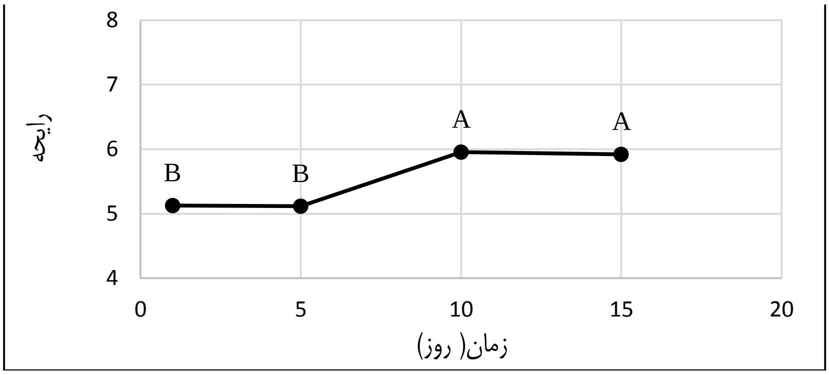


شکل ۷- تغییرات امتیاز رنگ ماست حاوی سطوح مختلف انواع کدو طی دوره نگهداری



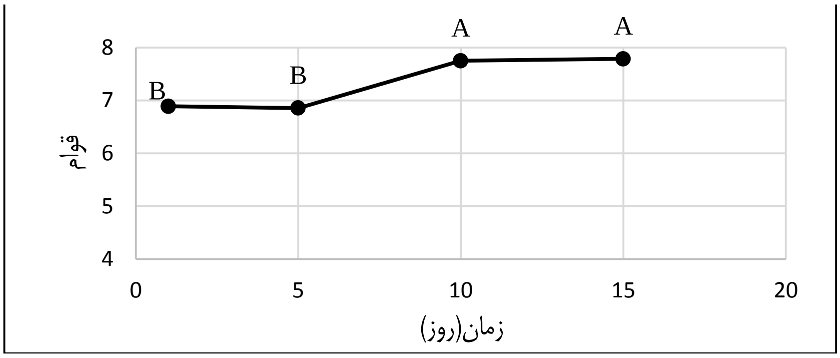
شکل ۸- تغییرات امتیاز طعم ماست حاوی سطوح مختلف انواع کدو طی دوره نگهداری

مطابق با شکل ۹ با افزایش زمان، امتیاز رایحه از روز اول نگهداری تا روز پنجم اندکی کاهش یافت که معنی‌دار نبود و سپس تا روز دهم افزایش یافت و مجدداً از روز دهم تا روز پانزدهم اندکی کاهش یافت که معنی‌دار نبود. این پدیده احتمالاً متأثر از تغییرات متابولیکی در ماست، شدت تخمیر و تشکیل ترکیب های فرار مؤثر بر رایحه دارد. ارزیابان، بیشترین امتیاز رایحه را به نمونه ماست حاوی ۲ درصد گرانول کدوسبز در روز دهم نگهداری دادند. Shakerian و همکاران (۱۳۹۲) در مورد افزودن عصاره *Kelussiaodoratissma* در غلظت‌های مختلف در مدت زمان نگهداری عنوان کردند که بین نمونه شاهد و تیمارها از نظر امتیاز رایحه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. گزارش‌های محمدی السنی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی ماست حاوی اسفناج نشان داد که با افزایش غلظت اسفناج، اختلاف معنی‌داری ازنظر مطلوبیت رایحه مشاهده نشد. در بررسی اثر افزودن عصاره سیر به نمونه ماست توسط ارزیاب‌های حسی مشاهده گردید که افزودن سیر سبب کاهش امتیاز اختصاص داده‌شده به رایحه به نمونه‌های حاوی عصاره در مقایسه با ماست ساده گردید (Safari *et al.*, 2017). تفاوت در نوع ترکیب های فرار سبزی‌ها، ویژگی‌های ماتریکس نمونه و دمای آزمون بر نتایج ارزیابی حسی تأثیر قابل‌توجهی دارد و منشأ تفاوت در مشاهدات متفاوت محققان می‌باشد.



شکل ۹- تغییرات امتیاز رایحه ماست حاوی سطوح مختلف انواع کدو طی دوره نگهداری

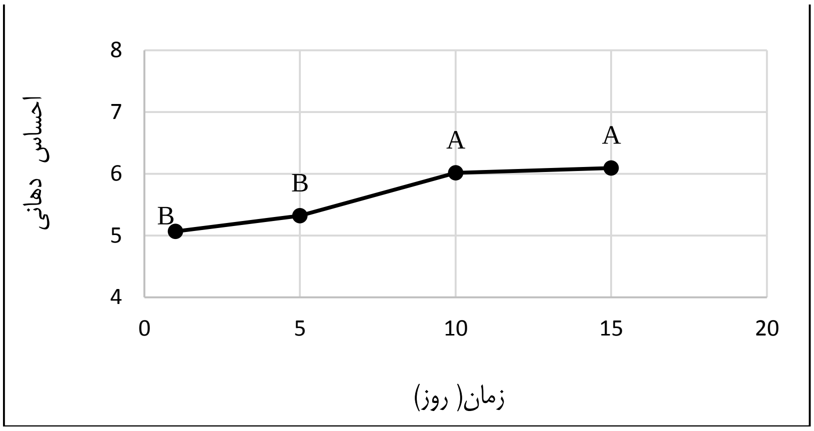
بهترین نمونه از نظر قوام از دید ارزیابان، ماست حاوی ۱/۴ درصد پودر کدوسبز در روز دهم نگهداری بود. مطابق با شکل ۱۰، با افزایش زمان، امتیاز قوام از روز اول نگهداری تا روز پنجم اندکی کاهش یافت که معنی‌دار نبود ولی این شاخص، در ادامه دوره نگهداری افزایش یافت. علت سیر صعودی امتیاز قوام، طی زمان را می‌توان به تأثیر هیدروکلوییدها نسبت داد. هیدروکلوئیدها به‌دلیل خاصیت هیدروفیلیک بالا با آب تعامل قوی برقرار کرده و با حبس آب آزاد موجود در ساختار مواد غذایی موجب بهبود بافت و افزایش قوام بافت می‌شوند (ید ملت و همکاران، ۱۳۹۶). به‌نظر می‌رسد، تقویت شبکه ژل ماست، افزایش رضایت ارزیابان را به سبب سفت‌تر بودن بافت به‌همراه داشته است. افزودن چربی، فیبر و مربای کارامل، طی زمان نگهداری به‌طور معنی‌داری ویژگی ظاهری بافت را نسبت به نمونه شاهد افزایش می‌دهد (Karami and Asadi, 2017).



شکل ۱۰- تغییرات امتیاز قوام ماست حاوی سطوح مختلف انواع کدو طی دوره نگهداری

بیشترین امتیاز احساس دهانی مربوط به نمونه ماست حاوی ۲ درصد پودر کدوسبز در روز پایانی نگهداری بود. شکل ۱۱ تغییرات امتیاز احساس دهانی ماست حاوی کدو را طی مدت نگهداری نشان می‌دهد. با افزایش زمان، امتیاز احساس دهانی از روز اول تا روز دهم نگهداری افزایش یافت و از روز دهم به بعد امتیاز احساس دهانی تغییر چندانی نداشت. به‌نظر می‌رسد، احساس دهانی مصرف ماست،

ارتباط و همبستگی بالایی با قوام ماست دارد و افزایش قوام محصول، به‌دلیل ایجاد ویژگی پخش‌پذیری و پلاستیسته، افزایش امتیاز احساس دهانی را به‌همراه داشته است. نتایج تحقیق حاضر با تحقیقات Asadi و Karami (۲۰۱۷) همخوانی دارد. این محققان طی افزودن آویشن اشعه دیده و به دو صورت پودر و پرک به ماست گزارش کردند که افزایش زمان نگهداری منجر به تغییر معنی‌داری، ویژگی احساس دهانی نمونه‌ها می‌شود و با افزایش زمان نگهداری، احساس دهانی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. محققان در تحقیقات خود گزارش کردند که استفاده از مربا، کارامل، فیبر کازئینات به‌طور معنی‌داری موجب بهبود احساس دهانی ماست همزده می‌شوند افزایش ویژگی احساس دهانی با افزایش زمان نگهداری در گزارش‌های فرقانی و همکاران (۱۳۹۶) در ماست فراسودمند حاوی شیر یولاف اعلام شد.



شکل ۱۱- تغییرات امتیاز احساس دهانی ماست حاوی سطوح مختلف انواع کدو طی دوره نگهداری

بیشترین امتیاز پذیرش کلی، مربوط به نمونه ماست حاوی ۱/۴ درصد گرانول کدوسبز در روز دهم نگهداری بود. شکل ۱۲ تغییرات امتیاز پذیرش کلی ماست حاوی کدو را طی مدت نگهداری نشان می‌دهد. با افزایش زمان، امتیاز پذیرش کلی از روز اول تا روز دهم افزایش یافت و از روز دهم، تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. پذیرش کلی، شاخصی متشکل از همه شاخص‌های حسی است. با توجه به اینکه همه شاخص‌های حسی مورد بررسی، با افزایش زمان بهبود یافت، افزایش پذیرش کلی محصول طی زمان قابل‌انتظار بود. حیاتی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی در مورد بهینه‌یابی فرمولاسیون ماست طعم‌دار قالبی از سطوح مختلف عصاره *Spinaciaoleracea* و کیوی اعلام کردندکه افزایش درصد عصاره اسفناج اثر معنی‌داری بر پذیرش کلی نمونه‌های ماست داشت و افزودن طعم‌دهنده کیوی نیز با بهبود طعم، تأثیر معنی‌داری بر پذیرش کلی نمونه‌های ماست داشت. باید این مسئله مورد توجه قرار گیرد که شدت طعم میوه‌ها و سبزی‌های مختلف، تنوع گسترده‌ای دارد و منشأ تفاوت نتایج محققان است. Asadi و Karami (۲۰۱۷) در تحقیقات خود در مورد افزودن آویشن اشعه دیده و اتوکلاو شده به دو صورت پودر و پرک به ماست گزارش کردند که افزایش زمان نگهداری منجر به تغییر معنی‌داری در ویژگی پذیرش کلی نمونه‌ها گردید و با افزایش زمان نگهداری به علت عطروطعم مطلوب آویشن، پذیرش کلی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.



شکل ۱۲- تغییرات امتیاز پذیرش کلی ماست حاوی سطوح مختلف انواع کدو طی دوره نگهداری

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، اثر افزودن (۰/۷، ۱/۴، ۲) درصد کدوسبز به‌صورت پودر و گرانول به ماست جهت بررسی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی شامل pH، اسیدیته، سینرسیس، سفتی بافت، رنگ و ویژگی‌های حسی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین اثر زمان نگهداری (۱، ۵، ۱۰، ۱۵) بر این ویژگی‌های در کلیه حالات ارزیابی گردید. نتایج، نشان داد که اثر نوع، سطح افزودن کدو، مدت زمان نگهداری و اثر متقابل این متغیرها روی تغییرات pH، اسیدیته، سفتی بافت معنی‌دار بود. با افزایش زمان، pH به‌طور معنی‌داری در هر بازه زمانی کاهش و اسیدیته، افزایش پیدا کرد. در هیچ یک از تیمارها در طول زمان، آب‌اندازی مشاهده نشد. سفتی بافت نمونه‌های حاوی پودر کدوسبز بیشتر از نمونه‌های حاوی گرانول بود و به‌طورکلی باگذشت زمان تا پایان مدت نگهداری، سفتی بافت افزایش یافت. اثر نوع، سطح افزودن کدو و اثر متقابل این متغیرها روی تغییرات شاخص‌های L* و a* و b* رنگ معنی‌دار بود. روشنی و تمایل به سبزی رنگ نمونه‌های حاوی گرانول کدوسبز بیشتر از نمونه‌های حاوی پودر کدوسبز بود. مقدار مطلق شاخص b*، در نمونه‌های حاوی پودر بیشتر بود. ویژگی‌های حسی نمونه‌ها (رنگ، طعم، رایحه، قوام، احساس دهانی و پذیرش کلی) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مدت زمان نگهداری قرار گرفت. ارزیاب‌ها تفاوتی در نوع و درصد کدوسبز قائل نشدند و بیشترین امتیاز شاخص‌های حسی در روز پانزدهم نگهداری بود. بیشترین امتیاز پذیرش کلی، مربوط به نمونه ماست حاوی ۱/۴ درصد گرانول کدوسبز در روز دهم نگهداری بود و اسیدیته، بافت و درصد ماده خشک نمونه حاوی ۱/۴ درصد گرانول خوب و قابل‌قبول بود. توصیه می‌شود که برای تولید در مقیاس صنعتی از ۱/۴ درصد گرانول کدوسبز استفاده شود.

منابع

Amiri oghdaee, S.S., Aalami, M., Rezaei, R. 2010. The Effect of Hydrocolloid on Seed Yogurt on Physicochemical and Sensory Properties of Low Fat Yogurt. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 6, 201-209

Ayar, A., Gurlin, E. 2014. Production and sensory, textural, physico-chemical properties of flavored spreadable yogurt. Life Science Journal, 11, 58-65.

Aziznia, S., Khosrowshahi, A., Madadlou, A., Rahimi, J. 2008. Whey protein concentrate and gum tragacanth as fat replacers in nonfat yogurt: chemical, physical, and microstructural properties. *Journal of Dairy Science*, 91, 2545-2552.

Behnia, A., Karazhiyan, H., Niazmand, R., Mohammadi, N. A. 2014. Effect of Cress seed gum on rheological and textural properties of low-fat yoghurt. *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 255-266.

Dhiman, K., Gupta, A., Sharma, D., Gill, N., Goyal, A. 2012. A review on the medicinally important plants of the family Cucurbitaceae. *Asian Journal of Clinical Nutrition*. 4, 16-26.

Ehtiati, A., Mohebbi, M., Shahidi, F. 2008. Application of image processing in soy flour fortified bread calorimetry. The 18th National Congress of Food Science and Technology, October 24 and 25, Mashhad, Iran.

Farahat, A. M., El-Batawy, O. 2013. Proteolytic activity and some properties of stirred fruit yoghurt made using some fruits containing proteolytic enzymes. *World Journal of Dairy and Food Sciences*. 8, 38-44.

Foroughani, S., Peigambardoost, S. H., EladGhafari, a. 2017. Investigation of physical and chemical sensory properties of processed yogurt containing oat milk. *Iranian Journal of Biosystems Engineering*. 48, 288-279.

Godarzi, O., Mazaheri, T. M., Porazerang, H. 2015. Optimization of Formulation Fermented Drink Yoghurt with Fruit Juice using Response Surface Methodology. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*.11:1-12.

Grubben, G. 2004. Plants resources of tropical Africa 2. Vegetables. PROTA foundation, Wageningen, Netherlands.

Guiné, R. P., Pinho, S., Barroca, M. J. 2011. Study of the convective drying of pumpkin (*Cucurbita maxima*.) *Food and bioproducts processing*, 89, 422-428.

Hayatinegad, J., Mohamadisani, A., Hojjatoleslamy, M. 2013. Optimization of formulation of flavored cast yogurt enriched with *Spinacia oleracea* extract and measurement of its physicochemical, sensory and microbial properties during storage. Second National Conference on Food Science and Technology. May 9-10. Islamic Azad University of Quchan Branch. Quchan. Iran.

Hayatynejad, J., Mohamadisani, A., Hojjatoleslamy, M. 2014. Sensory acceptability and quality of flavored yogurt enriched with Spinacia oleracea extract. Nutrition & Food Science, 44, 182-192.

Fernandez, M.A., Picard-Deland, É., Le Barz, M., Daniel, N. Marette, A. 2017. Yogurt and health. *In Fermented foods in health and disease prevention* (pp. 305-338). Academic Press.

ISIRI, 2006, Fermented products Products-pH, No. 2852.

Kailasapathy, K, Harmstorf, I. & Phillips, M. 2008. Survival of Lactobacillus acidophilus and Bifidobacterium animalis ssp. lactis in stirred fruit yogurts. *LWT-Food Science and Technology*, 41**,** 1317-1322.

Karami, M., Asadi, J. 2017. Rheological, Physico-Chemical and Sensorial Attributes of Stirred Yoghurt with Irradiated and Autoclaved Thyme. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*. 14, 241-252.

Katsiari, M.C., Voutsinas, L.P., Kondyli, E. 2002. Manufacture of yoghurt from stored frozen sheep's milk. Food chemistry. 77, 413-420.

Kumar, P., Mishra, H. 2004. Mango soy fortified set yoghurt: effect of stabilizer addition on physicochemical, sensory and textural properties. Food Chemistry. 87, 501-507.

Ladjevardi, Z., Gharibzahedi, S., Mousavi, M. 2015. Development of a stable low-fat yogurt gel using functionality of psyllium (Plantago ovata Forsk) husk gum. Carbohydrate Polymers. 125, 272-280.

Mohammadi Elasti, F., FadaeiNoghani, V., Khosravi-Darani, K. 2016. Effect of different concentrations of Spirulina platensis on some chemical and sensory properties of probiotic spinach yogurt. Journal of Food Industry Research. 26. 142-128.

Mousavi, M., Heshmati, A., Daraei-Garmakhany, A., Vahidinia, A., Taheri, M. 2019. Texture and sensory characterization of functional yogurt supplemented with flaxseed during cold storage. Food science & nutrition. 7, 907-917.

Özcan, T., Yıldız, E. 2016. Determination of Textural and Sensory Properties of Yogurt Produced with The Vegetable Puree. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 4, 579-587.

Ramirez-Santiago, C., Ramos-Solis, L., Lobato-Calleros, C., Peña-Valdivia, C., Vernon-Carter, E., Alvarez-Ramírez., J. 2010. Enrichment of stirred yogurt with soluble dietary fiber from *Pachyrhizus erosus* L. Urban: Effect on syneresis, microstructure and rheological properties. *Journal of Food Engineering*. 101, 229-235.

Różyło, R., Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., Jakubczyk, A., Karaś, M., Różyło, K. 2014. Wheat bread with pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) pulp as a functional food product. *Food technology and biotechnology*. 52, 430-438.

Safari, N., Fazel, M., Jahadi, M. 2017. Investigation the Effect of *Allium canadanse* Plant Powder on Physicochemical Properties of Stirred Yoghurt. *Iranian Journal of Food Science and Technology*. 14, 333-342.

Schmidt, K., Smith, D. E. 1992. Rheological properties of gum and milk protein interactions. *Journal of Dairy Science*, 75, 36-42.

Sendra, E., Kuri, V., Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Navarro, C., Perez-Alvarez, J. 2010. Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment. *LWT-Food Science and Technology*. 43, 708-714.

Shakerian, A., Sohrabi, M.J., Ghasemi Pirbalouti, A. 2012. Effect of Bakhtiari celery (*Kelussiaodoratissma Mozaff*) on sensory properties and shelf life of set yogurt. *Journal of Herbal Drugs (An International Journal on Medicinal Herbs).* 3, 41-48.

Tohidzadeh, M., Khosrowshahiasl, A., Zomorodi, Sh., Elhami Rad, A. 2013. Effect of carrot fiber on *Lactobacillus casei* survival and apricot yogurt quality using response surface methodology. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*. 6, 122-114.

Yad Melat, M. 2017. Effect of using some native gum on the physicochemical, tissue and sensory properties of yogurt. MSc thesis. Ramin University of Agriculture and Natural Resources, Khuzestan, Iran.

Yousef, M., Nateghi, L., Azadi, E. 2013. Effect of different concentration of fruit additives on some physicochemical properties of yoghurt during storage. *Annals of Biological Research*. 4, 244-249.

Zomorodi, Sh. 2012. Physicochemical, rheological and sensory properties of stirred fruit yoghurt fortified by wheat fiber. Food research 22 (4), 443-454.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 1, Apr. May. 2021, p. 93- 106

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۱، فروردین-اردیبهشت ۱۴۰۰ ص.۱۰۶-۹۳

Effect of adding zucchini (*Cucurbita pepo*) on the physico-chemical and sensory properties of stirred yogurt during storage

M. Salami[1], M. Mehraban Sangatash[2*], A. Ehtiati[2]

Received: 2019.09.26
Accepted: 2019.12.02

Introduction: Yogurt is one of the most popular dairy products, which has numerous health effects on human body. Dietary fiber consumption is highly recommended. Fibers are highly hydrophilic and absorb water into the digestive track, increase the volume of food and thereby facilitating excretion. These are some health benefits of these compounds. Consumption of fiber-containing yogurt can be helpful for people who suffer from cardiovascular diseases, hypertension, diabetes and obesity. Zucchini, as a vegetable, is a source of fibers and due to its health-promoting effects, can be used in dairy products. The aim of this study is to evaluate the effects of different levels of dried zucchini on stirred yogurt during storage.

Materials and Methods: The raw materials for the production of the functional yogurt were zucchini, milk, skim milk powder, whey powder, hydrocolloids stabilizer compound and starter culture. Fresh zucchini was hot-air dried at 70 °C for 7 hours. Two forms of the dried zucchini (powder and granule) were added to fresh yogurt at levels of 0.7, 1.4, and 2%. The samples were then tested on days 1, 5, 10 and 15 for acidity (titration method), pH, texture stiffness (back extrusion), syneresis, color (using image processing) and sensory properties, including color, taste, aroma, consistency, mouthfeel and overall acceptance. The experiments were triplicated and analysis of variance was performed using Minitab software at 95% confidence interval. For the significant variables, the means were compared using LSD method. Graphs were drawn using MS-Excel.

Results and Discussion: The effects of zucchini form and level of addition, storage time and interaction of these variables were significant ($P<0.05$) on the titratable acidity, pH and firmness. Over time, pH decreased and acidity increased, which was related to the starter activity and acid production. Due to the use of stabilizer and whey protein, all samples showed no syneresis. The firmness of the samples containing zucchini powder was higher than that of the granule- ($P<0.05$). This might be related to the homogeneous structure of zucchini fiber, which increased water absorption regarding its lower particle size. Firmness increased from day one to day five, due to the high water absorption of hydrocolloids that bind to free water present in the yogurt structure. The presence of milk proteins and whey protein concentrate in the yogurt formula enhanced crosslinking in the particle gel network, which resulted in a stronger gel structure. During longer storage, firmness decreased from day 5 to day 10, probably was due to the increased pH, which affects the proteins and polysaccharides interaction. The effects of the form and level of zucchini and the interaction between these variables were significant ($p <0.05$) on the changes in L*, a*, and b*. The L* and a* values which were higher in the samples containing zucchini granules than in the zucchini powder, most probably due to the smaller particle sizes of the powder compared with the granules, causing the number of the powder particles per unit volume to be larger and the powder-containing samples to become darker. In terms of the level of addition, L* increased as the zucchini level rose to 1.4% and then declined to 2%. The sensory properties of all samples were significantly affected by the storage time ($P<0.05$). With increase in the storage time, all the sensory scores increased. The highest overall acceptance score belonged to the yogurt sample containing 1.4% granule on the 10th day of storage. Overall, zucchini is a good candidate for yogurt fortification. This incorporation results in a greenish yogurt with more health functionalities. The highest overall acceptance score was obtained for the yogurt containing 1.4% zucchini granule on the 10th day of storage (best consumption date) and the results showed acceptable firmness for this sample.

Keywords: acidity, texture, sensory, yogurt, zucchini

1. Department of Food Science and Technology, ACECR Kashmar Higher Education Institute, Kashmar, Iran
2. Department of Food Quality and Safety, Food Science and Technology Research Institute, ACECR Khorasan Razavi Branch, Mashhad, Iran
(* Corresponding Author: mehraban@acecr.ac.ir)